UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN DE FORMACIÓN BÁSICA

COORDINACIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE HOMOLOGADO

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad académica (s): Centro de Ingeniería y Tecnología (Valle de las Palmas); Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (Tijuana); Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño (Ensenada), Facultad de Ingeniería (Mexicali)

2. Programa (s) de estudio: (Técnico, Licenciatura (s): Ingeniero en Electrónica

3. Vigencia del plan: 2009-2

6. **HC:**

Nombre de la Asignatura: Microcontroladores

Clave: 11686

7.

Ciclo escolar: 5to periodo

8. Etapa de formación a la que pertenece: Disciplinaria

9. Carácter de la unidad de aprendizaje: Obligatoria X Optativa

10. Requisitos para cursar la unidad de aprendizaje : [11680] Diseño Digital

Firmas Homologadas

Fecha de elaboración: 24 de Mayo de 2013

Formuló:

M. I. Murillo Bracamontes Eduardo Antonio
M.C. Jorge Edson Loya Hernandez

Vo. Bo.
Dr. Daniel Hernández Balbuena
Cargo: Subdirector Facultad de Ingeniería (Mexicali)

Vo. Bo
Q. Noemí Hernández Hernández
Cargo: Subdirectora Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (Tijuana)

Vo. Bo
M.I. Joel Melchor Ojeda Ruiz
Cargo: Subdirector Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño (Ensenada)

Vo. Bo
M.C. Patricia Avitia Carlos
Cargo: Subdirectora Centro de Ingeniería y Tecnología Valle de las Palmas
(Tijuana)

II. PROPÓSITO GENERAL DEL CURSO

El curso de Microcontroladores brinda las habilidades requeridas para el manejo, programación, secuencia de configuración, e implantación de aplicaciones basadas en microcontrolador mediante la configuración de los registros asociados a cada periférico y a través de la construcción de programas en bajo y alto nivel.

Este curso ofrece los conocimientos fundamentales para posteriores unidades de aprendizaje integradoras de la etapa disciplinaria (Comunicaciones, Electrónica de Potencia, Metrología e Instrumentación) y unidades de aprendizaje integradoras de la etapa terminal (Taller de Operación y Mantenimiento). Además, proporciona herramientas para que el alumno curse las asignaturas optativas terminales del área de Sistemas Digitales (Diseño Digital de Alta Escala, Integración de Sistemas Empotrados, Sistemas de Microprocesadores y Sistemas Empotrados)

III. COMPETENCIA (S) DEL CURSO

Comprender la estructura interna de los microcontroladores más comerciales para su correcta utilización, manejo de periféricos para la lectura de señales físicas y establecer comunicación de datos relevantes de la aplicación. Diseñar sistemas basados en microcontroladores que desarrollen tareas de monitoreo, adquisición de datos y de control con óptimo uso de recursos, en forma ordenada, disciplinada y eficiente.

IV. EVIDENCIA (S) DE DESEMPEÑO

Realizar programas para aplicar los periféricos del microcontrolador para resolver un problema de monitoreo, adquisición de datos o de control.
Elaborar un reporte técnico donde se muestre la metodología del diseño de un programa que emplee los recursos de un microcontrolador, así como la construcción del prototipo y pruebas operativas del mismo; el reporte debe incluir resultados, comentarios y conclusiones en forma estructurada

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Identificar los componentes y características de un microcontrolador con actitud crítica y objetiva, y con apego a las características de un sistema computarizado a través de la definición de los elementos que lo integran y la interpretacion de su arquitectura para ubicar el papel que juega dentro de un sistema electrónico.

CONTENIDO

Duración
HC: 6, HT: 9, HL: 6

I. Arquitectura de los microcontroladores

1.1 Arquitectura de los microcontroladores
- 1.1.1 Diferencias entre los microcontroladores y los microprocesadores
- 1.1.2 Estructura general de un microcontrolador
- 1.1.3 Unidad central de proceso.
- 1.1.4 Arquitecturas de Harvard y Von Neumann
- 1.1.5 Puertos binarios de entrada y/o salida.
- 1.1.6 Memoria volátil (RAM).
- 1.1.7 Memoria no volátil (ROM, PROM, EPROM, EEPROM, FEEPROM).
- 1.1.8 Mapa de memoria.
- 1.1.9 Introducción a periféricos usuales presentes de utilidad en Instrumentación: temporizadores, convertidores A/D, puertos serie síncronos y asíncronos.
- 1.1.10 Microcontroladores de 8 y 32 bits.
- 1.1.11 Aplicaciones comunes de los microcontroladores.

1.2 Configuración de periféricos.
- 1.2.1 Distribución de terminales (pins)
- 1.2.2 Características del reloj del sistema.
- 1.2.3 El reset y sus posibles fuentes.
- 1.2.4 Características de la fuente de alimentación y consumo de potencia del MCU.
- 1.2.5 Registros de Control y Operación (RCO).
- 1.2.6 Ejemplo ilustrativo de configuración y operación para un periférico del microcontrolador empleado en el curso.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Analizar los elementos de la programación del microcontrolador, mediante el empleo de sus instrucciones (en lenguaje ensamblador y en C) y con apego a su arquitectura para construir de manera organizada y lógica programas en bajo y alto nivel.

CONTENIDO **Duración**

HC: 8, HT: 12, HL: 8

II. Introducción a la programación de microcontrolador

2.1. Programación del microcontrolador en lenguaje ensamblador.

- 2.1.1 Descripción del software de programación en ensamblador para desarrollo y depuración asociado con el microcontrolador empleado en el curso.
- 2.1.2 Instrucciones elementales ejecutables por el procesador del microcontrolador empleado en el curso (uso de mnemónicos)
- 2.1.3 Descripción general del ensamblador cruzado empleado en el curso.
- 2.1.4 Esquema para desarrollo Anfitrión Destino (Host–Target).
- 2.1.5 Ejemplos de ensamble y carga para ejecución de programas en arquitectura basada en el microcontrolador empleado en el curso.

2.2 Programación del microcontrolador en C

- 2.2.1 Descripción del software de programación en C para desarrollo y depuración asociado con el microcontrolador empleado en el curso.
- 2.2.2 Configuración de: Intervalos de memoria para colocación de código y datos; apuntador de pila (stack pointer).
- 2.2.3 Código de arranque (start up code).
- 2.2.4 Generación de código objeto a partir de un programa fuente sencillo, empleando el compilador cruzado usado en el curso.
- 2.2.5 Carga y ejecución de código objeto en arquitectura basada en el microcontrolador usado en el curso.
- 2.2.6 Emuladores de terminal y programas ejemplo en C donde la interfaz de usuario sea realizada mediante software emulador de terminal.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Identificar y comprender los diferentes tipos de periféricos de un microcontrolador para su correcta utilización en la diversas aplicaciones que se requieran. Identificar y configurar los diferentes tipos de interrupciones en un microcontrolador así como sus prioridades para interactuar con una interfaz de usuario mediante el empleo de sus instrucciones y con apego a su arquitectura en forma ordenada, disciplinada y eficiente.

CONTENIDO **Duración**

HC: 10, HT: 15, HL:10

III. Configuración y uso de periféricos e interrupciones.

3.1. Periféricos del microcontrolador.

- 3.3.1 Descripción de los periféricos y sus registros de control del microcontrolador.
- 3.3.2 Configuración del temporizador del microcontrolador empleado en el curso.
- 3.2.3 Configuración del convertidor A/D del microcontrolador empleado en el curso.
- 3.2.4 Configuración del puerto serie asíncrono (UART) del microcontrolador empleado en el curso.
- 3.2.5 Configuración del modulo de PWM del microcontrolador empleado en el curso.

3.2 Interrupciones del microcontrolador

- 3.2.1 Tipos de interrupciones
- 3.2.2 Los vectores de interrupción.
- 3.2.3 Las acciones del MCU al responder en una interrupción.
- 3.2.4 Características de la rutina manejadora de interrupción.
- 3.2.5 Las interrupciones externas.
- 3.2.6 Características y configuración.
- 3.2.7 Programación y uso
- 3.2.8 Fuentes internas de interrupciones (timers, ADC, SPI, PWM, UART, etc)
- 3.2.9 Desarrollo de una interfaz de usuario para interacción con la aplicación. Utilización de teclado y pantalla de despliegue.
- 3.2.10 Utilización del sistema de vigilancia (watch dog) del microcontrolador empleado en el curso.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Realizar una aplicación o instrumento basado en microcontrolador que interactúe con una interfaz de usuario para resuelva una necesidad específica de monitoreo, adquisición de datos o de control, y se elabore su correspondiente manual de usuario de una manera lógica, eficiente y ordenada.

CONTENIDO **Duración**

HC: 8, HT: 12, HL: 8

IV. Desarrollo de una aplicación de Instrumentación y/o Control mediante el microcontrolador empleado en el curso

4.1 Pruebas y calibración de los componentes de hardware requeridos por la aplicación.

- 4.1.1 Pruebas individuales, con software diseñado para ese efecto, de cada uno de los bloques de hardware que la aplicación implicara.
- 4.1.2 Diseño y prueba de la interfaz de usuario, si la aplicación la requiere.
- 4.1.3 Pruebas de funcionamiento, con software diseñado para tal efecto, de todos los bloques de hardware implicados operando conjuntamente.
- 4.1.4 Realización de ajustes en el hardware, si esto es requerido.

4.2 Diseño del software asociado con la aplicación.

- 4.2.1 Prueba inicial del software asociado con la aplicación.
- 4.2.2 Ajustes en el software requeridos.
- 4.2.3 Validación del software definitivo empleado en la aplicación.

4.3 Diseño de instructivos.

- 4.3.1 Diseño del instructivo de operación dirigido a un usuario final no experto en microcontroladores.
- 4.3.2 Diseño del manual técnico del equipo para fines de mantenimiento del mismo.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS: TALLER

No. de Práctica	Competencia(s)	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Atraer la atención del alumno hacia el estudio de un microcontrolador para entrar en sintonía de las temáticas del curso mediante una actividad focal introductoria con respeto y tolerancia.	Discusión de tema de relevancia regional, nacional o internacional sobre sistemas embebidos.	• Información proporcionada por el instructor (página web, artículo impreso, …). • Plumones, pizarrón.	3 horas
2	Activar conocimientos previos para clasificar conceptos importantes del estudio de un microcontrolador a través de un ejercicio de repaso con creatividad y trabajo de equipo.	Recordatorio de conceptos básicos (sistemas numéricos base 2, base 16; operaciones aritméticas y lógicas en binario / hexadecimal). Póster “¿Qué es un microcontrolador?” Audio-video “El microprocesador 4004”.	• Hojas de ejercicios. • Plumones, pizarrón. • Lectura “Introducción a los sistemas de microcomputadora embebidos”, Jonathan Valvano, Ed. Thomson. • Revistas de tecnología. • Tijeras, pegamento, rotafolios. • Computadora, cañón, bocinas.	1 hora 1.5 horas 0.5 horas
3	Distinguir las diferencias entre un microprocesador y un microcontrolador, a través de una comparación simplificada, para señalar las características más importantes de sus arquitecturas, con orden y disciplina.	Diferencia entre microprocesador y microcontrolador. Arquitectura Harvard y arquitectura Von Neumann (mapa conceptual).	• Ejercicio “Diferencias entre uP y uC”. • Modelo del escarabajo (para mapa conceptual). • Material de consulta “Harvard vs. Von Neumann”.	0.5 hora 1.5 horas
4	Calcular diferentes capacidades de almacenamiento a través del uso de los prefijos binarios, para representar correctamente tamaños de memoria en forma organizada.	Ley de Moore (cuestionario en BlackBoard). Lectura guiada: - Bits y bytes; kbits y kbytes, Mbits y Mbytes. - Cálculo de la capacidad de almacenamiento de una memoria.	• Artículo Ley de Moore; datos curiosos sobre Ley de Moore. • Tablas de organización y capacidades de memorias. • Hojas de datos de distintas memorias paralelo.	1 hora 1 hora 1 hora

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS: TALLER

No. de Práctica	Competencia(s)	Descripción	Material de Apoyo	Duración
5	Mencionar las diferencias entre los distintos buses, de acuerdo con la arquitectura del microcontrolador empleada, a través de las características principales, con tolerancia.	Bus de datos, bus de dirección, bus de control. Arquitectura Harvard y arquitectura Von Neumann. Arquitectura CISC y arquitectura RISC.	• Lectura “Buses en un sistema computarizado”. • Material de consulta “Harvard vs. Von Neumann”. • Material de consulta “RISC y CISC”.	3 horas.
6	Practicar el uso de mnemónicos, de acuerdo con el conjunto de instrucciones del microcontrolador, para comenzar a construir programas, con creatividad y organización.	Introducción al conjunto de instrucciones (sopa de letras). Instrucciones (Scrabble-ASM)	• Sopa de letras con 20 instrucciones por cada alumno. • Tabla en Google Docs con información de las instrucciones asignadas a cada alumno. • Tablero de Scrabble / Fichas de Scrabble; lista con instrucciones del microcontrolador.	0.5 hora 0.5 hora 2 horas
7	Distinguir la opeación de las banderas, con apego a la documentación técnica, para obtener información sobre las operaciones realizadas y el status del CPU, con respeto y trabajo de equipo.	Registro de Banderas	• Ejercicio con números con signo en complemento a 2.	2 horas
8	Recordar los símbolos estándares utilizados para elaborar representaciones gráficas de algoritmos mediante los diagramas de flujo, con orden y disciplina.	Diagrama de flujo	• Símbolos básicos de los diagramas de blujo. • Ejemplo de tarea representada en diagrama de flujo.	1 hora
9	Simular y depurar programas para aplicar los periféricos del microcontrolador, mediante el estudio de los registros de configuración, con actitud analítica y creatividad.	Ejercicios para configurar, manipular el periférico GPIO.	• Programa de prueba. • Simulador / depurador	3 horas
10		Ejercicios para configurar, manipular el periférico Temporizador.	• Programa de prueba. • Simulador / depurador	3 horas
11		Ejercicios para configurar, manipular el periférico ADC.	• Programa de prueba. • Simulador / depurador	3 horas
12		Ejercicios para configurar, manipular el periférico UART.	• Programa de prueba. • Simulador / depurador	3 horas
13		Exposición de avance / fin de proyecto final.	• Cañón proyector. • Archivo de Presentación.	4 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS: LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia(s)	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Emplear el analizador lógico como instrumento de análisis y depuración, mediante la construcción y prueba de un circuito contador sencillo, para verificar con organización y disciplina el funcionamiento del circuito construido.	Conexión de un contador hexadecimal como contador módulo, verificación de su funcionamiento mediante LEDs y mediante analizador lógico; detección de fallas.	• Circuito integrado contador hexadecimal 74193. • Hoja de datos del contador hexadecimal. • Lectura “El contador 74193” (Sistemas Digitales, R. Tocci). • Compuertas lógicas AND / OR. • Resistores, LEDs. • Pinzas, tablilla de experimentación, cable. • Fuente de alimentación, generador de frecuencia, analizador lógico.	4 horas.
2	Descubrir el papel de las herramientas de desarrollo para microcontroladores, mediante la revisión y comprobación de información específica del microcontrolador, la tarjeta y el ambiente de programación, para familiarizarse con el uso de las mismas, con claridad y actitud analítica.	Info uC + Info Kit 2 HL Revisión Kit desarrollo 2 HL	• Documentación de la tarjeta de desarrollo y el procesador a estudiar. • Tarjeta de desarrollo. • Computadora con ambiente de desarrollo.	4 horas.
3	Identificar el funcionamiento de las instrucciones del microcontrolador, a través de la observación de los registros internos del CPU y de las localidades de memoria, para escribir programas en bajo nivel con abstracción y actitud analítica.	Instrucciones, creación y simulación de programas.	• Circuito integrado contador hexadecimal 74193. • Hoja de datos del contador hexadecimal. • Lectura “El contador 74193” (Sistemas Digitales, R. Tocci). • Compuertas lógicas AND / OR. • Resistores, LEDs. • Pinzas, tablilla de experimentación, cable. • Fuente de alimentación, generador de frecuencia, analizador lógico.	4 horas.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS: LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia(s)	Descripción	Material de Apoyo	Duración
4	Manipular los puertos de entrada / salida para realizar operaciones de lectura / escritura a través de la configuración de los registros correspondientes en forma lógica y ordenada.	Conexión de un puente H-motor de CD a los puertos de salida del microcontrolador y conexión de un conjunto de interruptores a los puertos de entrada para manipular el arranque, giro y paro del motor.	• Documentación de la tarjeta de desarrollo y el procesador a estudiar. • Tarjeta de desarrollo con cable USB. • Computadora con ambiente de desarrollo. • Puente H y motor de CD.	4 horas.
5	Emplear los módulos de temporizadores para construir bases de tiempo, señales periódicas, pulsos y señales moduladas por ancho de pulso, con apego a la documentación técnica del microcontrolador y a través de la configuración de los registros correspondientes a dichos módulos.	Generar un tren de pulsos para controlar un servomotor. Generar una señal PWM para regular la intensidad de un LED / generar una señal audible en un buzzer. Medir el período de una señal de entrada.	• Documentación de la tarjeta de desarrollo y el procesador a estudiar. • Tarjeta de desarrollo con cable USB. • Computadora con ambiente de desarrollo. • Servomotor. • LED / buzzer. • Sensor de color / potencia luminosa.	4 horas.
6	Emplear el convertidor analógico a digital para traducir un voltaje externo al microcontrolador en un código digital, con base en el uso correcto de los registros del periférico en forma clara y ordenada.	Adquirir, codificar y almacenar muestras de una señal analógica. Convertir la magnitud de la señal a un formato desplegable en dispositivo de visualización (7 segmentos / LCD).	• Documentación de la tarjeta de desarrollo y el procesador a estudiar. • Tarjeta de desarrollo con cable USB. • Computadora con ambiente de desarrollo. • Sensor acelerómetro. • Sensor de temperatura. • Dispositivo de 7 segmentos / LCD.	4 horas.
7	Aplicar el puerto serie del microcontrolador para intercambiar tramas de datos entre dos sistemas electrónicos, de acuerdo con el protocolo de comunicación asíncrono RS-232 y a través de la configuración de los registros correspondientes.	Realizar la comunicación microcontrolador-microcontrolador, microcontrolador-computadora, microcontrolador-módulo de comunicación inalámbrica, vía puerto serie RS-232.	• Documentación de la tarjeta de desarrollo y el procesador a estudiar. • Tarjeta de desarrollo con cable USB. • Computadora con ambiente de desarrollo. • Módulo de comunicación inalámbrica. • Convertidor USB-RS 232 • MAX232 / MAX233 / MAX3332	4 horas.

VII. METODOLOGIA DE TRABAJO

A continuación se describe la metodología de trabajo para el desarrollo de la materia durante el semestre.

- Exposición oral del docente de los conceptos fundamentales empleando elementos audiovisuales, se recomienda el uso de software para simulación en el aula.
- Solución a ejercicios de casos prácticos frente a grupo con la participación de los alumnos asumiendo el profesor el rol de guía.
- Solución a ejercicios de manera individual y por equipos.
- Subtemas no tratados con la profundidad requerida en la exposición del docente se aplicarán como trabajos de investigación para el alumno.
- Exposiciones de temas relacionados y seleccionados por los alumnos.
- Se realizarán prácticas de laboratorio de los temas incluidos en clase para la comprobación de los conceptos básicos y la solución a problemas prácticos.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Examen parcial por unidad.
- Entrega de un cuestionario previo por unidad que incluye la investigación de conceptos y la solución a problemas prácticos.
- Elaboración de un trabajo final que incluya el diseño, construcción y reporte de operación de un instrumento que solucione un problema técnico y emplee los elementos tratados en el curso.

- Acreditación de las prácticas de laboratorio (asistencia, elaboración y reporte).

Se recomienda la siguiente ponderación:
o Exámenes parciales 25%
o Tareas (cuestionarios, problemas solucionados, investigaciones, etc.) 15%
o Exposiciones y participaciones 10%
o Prácticas de laboratorio (exceptuando la de aplicación) 20%
- o práctica de aplicación (Proyecto) 30%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Básica

Steven F. Barrett, Daniel J. Pack; Atmel AVR microcontroller primer: programming and interfacing; Morgan & Claypool Publisher; 2012.

Hojas de datos tecnica (datasheet) del microcontrolador a estudiar (Freescale: www.freescales.com; STM Microelectronics: www.st.com, u otros)

F. Pereira; HCS08 Unleashed: Designer's guide to the HCS08 Microcontroller; BookSurge Publishing; 2008.

Kai Qian, David den Haring, Li Cao ; Embedded Software Development with C; Springer US; 2009.

Complementaria

Artículos varios de revistas "Circuit Cellar: The magazine for computer applications"; Volúmenes varios, ISSN 1528-0608 (www.circuitcellar.com)

Jivan S. Parab, Vinod G. Shelake, Rajanish K. Kamat; Exploring C for microcontrollers: a hands on approach; Springer; 2007.

Han-Way Huang; PIC microcontroller: an introduction to software and hardware interfacing; Cengage Learnig; 2004.

VanSickle, T.; Programming microcontrollers in C, 2nd Edition; Newnes, 1994